MADAME

CURIE



PAR JEAN HESSE

(Henri Manuel).



Marie Sklodowska, son père et ses sœurs à Varsovie.

L'ENFANCE DE MARIE SKLODOWSKA

Le 7 novembre 1867, naissait à Varsovie Marie Sklodowska, qui devait un jour devenir immortelle sous le nom de Mme Curie. Son père était professeur de mathématiques et de physique au lycée; sa mère dirigeait une école de jeunes filles.

Marie Sklodowska était la dernière de cinq enfants. Son frère, le docteur Sklodowski, devint un médecin distingué.



Mme Sklodowska, mère de Mme Curie.

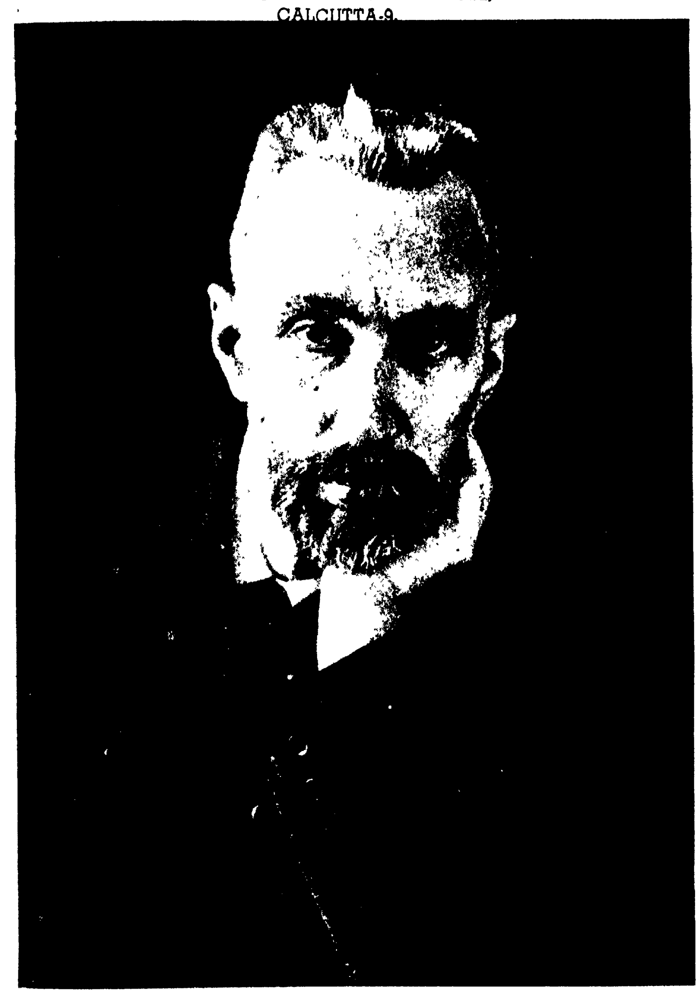
L'aînée de ses sœurs mourut jeune. La seconde fit sa médecine à Paris et épousa le docteur Dluski et, devenue veuve, se consacra à l'Institut du Radium de Varsovie. La troisième, Mme Szalay, continua la carrière de ses parents.

Marie Sklodowska n'avait que neuf ans lorsqu'elle perdit sa mère.

Le futur prix Nobel n'eut rien d'une enfant prodige. Ce fut une élève studieuse et appliquée, toujours la première de sa classe, qui manifestait un goût très marqué pour les spectacles et surtout pour la nature. Après avoir terminé ses études secondaires, obligée de gagner sa vie, elle alla comme institutrice privée, d'abord à la campagne, puis à Varsovie. Sa vocation scientifique lui vint tôt par l'enseignement de son père et par la fréquentation d'un petit laboratoire municipal de physique et de chimie, dans sa ville natale.

En novembre 1891, grâce aux économies qu'elle avait faites, afin de pouvoir entreprendre des études scientifiques supérieures, elle partit pour Paris.

A Paris, la jeune étudiante polonaise dut se contenter d'une petite chambre chichement meublée, dans le quartier des Écoles. Seuls, des livres peuplaient sa solitude. Elle suivit assidûment les cours de la Sorbonne, passa sa licence ès sciences physiques en 1893, et sa licence ès mathématiques en 1894; puis elle fréquenta le laboratoire de Lippmann, où elle se fit remarquer par son habileté à conduire les recherches, par ses facultés organisatrices et surtout par son indomptable ténacité.



Pierre Curie.

En 1894, elle rencontra Pierre Curie, chez un de ses compatriotes, le professeur Kowalski.

PIERRE CURIE



Le Dr Curie, père de Pierre Curie. (Harlingue).

Pierre Curie, fils du docteur Curie, était né le 15 mai 1859. Il n'alla point au lycée; des leçons particulières le menèrent au baccalauréat; puis il suivit les cours à la Faculté des Sciences. Son père l'avait initié à la discipline de l'expérimentation scientifique, et son frère, Jacques Curie, préparateur à l'École de pharmacie, l'avait souvent fait assister aux travaux de laboratoire de cette école. Quand Pierre Curie eut passé sa licence, à dix-neuf ans, il devint, à la Sorbonne, préparateur du professeur Desains qui l'avait remarqué (1878). Cinq ans plus tard, il fut nommé chef des travaux à l'École de physique et de chimie industrielle. Il devait y rester douze ans.

Pendant cinq ans, il se livra à des recherches sur les ondes calorifiques, à l'aide d'une pile thermoélectrique et d'un réseau formé de fils métalliques (*Études sur les longueurs d'ondes calorifiques et sur la distribution de la chaleur dans le spectre*).

Il entreprit ensuite un travail sur les cristaux, en collaboration avec son frère qui, après avoir passé sa licence, était préparateur de Friedel, au laboratoire de minéralogie de la Sorbonne. Ce travail les conduisit à la découverte de la *piézo-électricité*, propriété que possèdent certains cristaux, tels que le quartz, de dégager de l'électricité quand on les comprime d'une certaine façon.

Puis, à la suite de recherches au laboratoire de physique, ils construisirent un appareil nouveau, le *quartz pièzoélectrique*, qui sert à mesurer de faibles quantités d'électricité. Cet appareil devait rendre plus tard de grands services à la radioactivité. Enfin ils inventèrent, pour la commodité de leurs recherches, un nouvel électromètre appelé depuis l'*électromètre Curie*.

En 1883, Jacques partit à Montpellier comme maître de conférences de minéralogie. Pierre continua seul ses recherches sur les cristaux.

Quelle est la cause mystérieuse qui donne à des corps cette régularité géométrique, qui nous étonne? Pourquoi se développent-ils symétriquement et ont-ils toujours la même forme qu'ils reprennent, même quand on les mutile, pourvu qu'ils puissent continuer de s'accroître? Curie eut sur toutes ces questions des vues originales. Dès 1884, il publiait de remarquables études théoriques sur la *symétrie* en cristallographie et en physique. Puis, vers 1891, s'attaquant à une longue série de recherches sur les *propriétés magnétiques* des corps à diverses températures, depuis la température ambiante jusqu'à 1.400°, il montra que les corps se divisent, à cet égard, en trois groupes distincts : les corps *diamagnétiques*, les corps *faiblement magnétiques* et les corps *ferromagnétiques*, et que le magnétisme et le diamagnétisme sont dus à des causes de nature différente. Pour les corps faiblement magnétiques, il énonça la *loi dite de Curie*, d'après laquelle le coefficient d'aimantation des corps faiblement magnétiques varie en raison inverse de la température.

Ce grand garçon timide, silencieux et doux, au visage méditatif jusqu'à la tristesse, avait déjà l'admiration du monde savant : le vieux lord Kelvin le consultait avec déférence, et cependant il travaillait dans un laboratoire misérable pour trois cents francs par mois, car l'indépendance de son caractère s'accommodait mal d'avoir à demander une amélioration de sa situation.

Marie Sklodowska revit le jeune savant à la Société de Physique et au laboratoire. Une grande amitié naquit entre eux et Pierre Curie lui demanda bientôt de partager son existence.

Marie Sklodowska hésita. Ayant grandi dans une atmosphère de patriotisme entretenue par l'oppression exercée sur la Pologne, elle ne voulait pas abandonner son pays, ni sa famille.

Au début des vacances, elle quitta Paris pour rejoindre son père en Pologne. Pierre Curie lui écrivit des lettres admirables :

« Ce serait une belle chose, à laquelle je n'ose croire, que de passer la vie l'un près de l'autre, hypnotisés dans nos rêves : *votre rêve* patriotique, *notre rêve* humanitaire et *notre rêve* scientifique. De tous ces rêves-là, ce dernier seul est légitime. »

Marie Sklodowska revint en octobre poursuivre ses études, et ses relations avec P. Curie devinrent de plus en plus amicales.

En 1895, sur les conseils de ses amis, Pierre Curie passa sa thèse, en dépit de son aversion à l'égard de tous les titres. Nommé alors professeur à l'École de physique et de chimie, le 25 juillet 1895, il épousait Marie Sklodowska.

Voici la lettre inédite que la nouvelle Mme Curie écrivait à une de ses amies, le 29 juillet 1895. Nous en avons photographié quelques passages :

Sceaux, 29 juillet 1895.

Chère amie,

J'ai été absolument empêchée d'aller demander de vos nouvelles comme j'aurais voulu le faire. Vous m'excuserez quand vous saurez que j'ai été absorbée par tous les tracas et les préoccupations de mon mariage. Je me suis décidée en effet de me marier avec M. Curie, professeur à l'École Municipale de chimie et physique, et physicien. Comme j'ai un excellent souvenir du temps que j'ai passé avec vous, j'aime mieux vous écrire que de vous envoyer une lettre de faire part, bien que le moment soit très mal choisi pour vous occuper de mes affaires.

Je sais que vous n'avez pas réussi, mais on m'a dit qu'il s'en fallait d'un point ou deux; et si vous aviez été un boursier, on vous les aurait sûrement avancés, quitte à vous rattraper à l'oral, et après cela on dit que les étudiantes sont favorisées, au moins il y a des étudiants qui ont le toupet de le dire. J'espère vous revoir en novembre. Pour le moment, je serai à la campagne, soit chez les parents de mon mari, depuis deux jours à Sceaux, soit chez mon père à Orry.

Si vous aviez un mot à m'écrire, l'adresse est 42, rue Lhomond, École de Physique et Chimie, Mme *Curie.*

Si vous étiez à Paris, je passerais avec bien du plaisir vous voir, surtout si je pouvais vous être utile, car il m'est facile de passer à Paris de temps en temps. Toute à vous.

M. Sklodowska.

(Harlingue.)

Les deux époux ne possédaient que de très modestes ressources. Ils trouvèrent un petit appartement de trois pièces avec une belle vue sur un jardin. Quelques meubles leur furent offerts par leurs parents. Un membre de leur famille leur ayant donné un peu d'argent, ils achetèrent chacun une bicyclette; leur voyage de noces se passa en promenades à la campagne, où, au grand air, ils prirent de nouvelles forces, avant de retourner au laboratoire.



En 1896, M. et Mme Curie étaient des fervents de la bicyclette.
(*Harlingue*.)

DÉCOUVERTE DU RADIUM

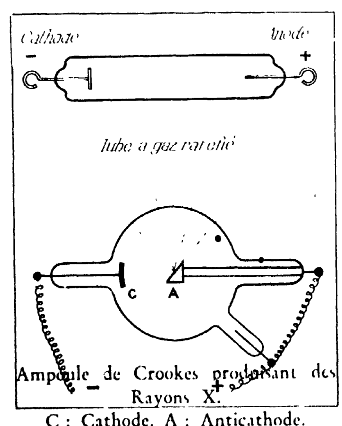


Pierre et Marie Curie dans leur laboratoire, à l'époque où ils découvrirent le radium.

Dès lors allait commencer une étonnante collaboration.

Aux qualités de Pierre Curie allaient s'ajouter l'esprit déductif, l'énergie et la particulière ténacité de Marie Sklodowska. En physique, de grands événements se préparaient. Depuis quelques années, l'étude des décharges électriques dans les gaz préoccupait tout particulièrement les physiciens. Une lutte était engagée autour de la théorie des phénomènes dont les tubes à vide sont le siège.

Les tubes à vide, construits d'abord par *Geissler,* sont de simples tubes de verre aux extrémités desquels sont adaptés des fils d'aluminium appelés électrodes et dans lesquels on a fait le vide à un degré plus ou moins élevé. Si on met en relation les fils avec les pôles d'une bobine d'induction, on voit, quand la pression est de 1 cm. de mercure, une sorte de colonne lumineuse rouge partir de l'électrode relié au pôle plus (anode) pour se terminer à une certaine distance de l'électrode de sortie (ou cathode).



Ampoule de Crookes produisant des Rayons X.

C : Cathode. A : Anticathode. Les rayons cathodiques issus de C viennnent se rassembler en un point de A qui est la source des Rayons X.

Si on augmente le vide, on voit la lumière positive emplir peu à peu la section du tube et finir par se résoudre en couches alternativement brillantes et obscures. La cathode s'entoure d'une gaine lumineuse. En accentuant encore le vide (quelques millièmes de millimètre de mercure), la colonne lumineuse disparaît. Il part de la cathode des rayons cathodiques dont la rencontre avec la paroi du tube provoque sa fluorescence (tubes de *Crookes*); *Crookes* voyait dans ces rayons un transport de lumière; *Goldstein* les attribuait à un phénomène ondulatoire; *Jean Perrin* (1895) montra que les rayons cathodiques

se composent de particules chargées négativement, c'est-à-dire d'*électrons*. Ces électrons sont animés de formidables vitesses; ils proviennent des atomes du gaz résiduel ou du métal de la cathode). *Rœntgen* découvrit ensuite que tout obstacle frappé par ces électrons ou rayons cathodiques donnait lieu à des rayons d'une espèce toute nouvelle : les rayons X qui traversaient tous les écrans et qui étaient révélés par les plaques photographiques ou les plaques fluorescentes.

Dans le tube à vide de Crookes, la source des rayons X était la tache fluorescente produite sur la paroi par l'arrêt du faisceau des rayons cathodiques. *Henri Poincaré* se demanda si, réciproquement, une émission de rayons X n'accompagnait pas la production de toute autre fluorescence. C'est en essayant de vérifier cette hypothèse fausse que *Henri Becquerel* allait découvrir un rayonnement spontané.

Ayant enveloppé une plaque photographique avec deux feuilles de papier très épais et ayant posé sur la feuille de papier, à l'extérieur, une plaque de matière phosphorescente (sel d'uranium), il exposa le tout au soleil pendant plusieurs heures. En développant la plaque photographique, il reconnut qu'elle avait été impressionnée. L'hypothèse de Poincaré semblait exacte (communication du 24 février 1896 *sur les radiations émises par phosphorescence*).

Le 3 mars, Becquerel indiquait qu'ayant omis d'exposer le même sel à la lumière, il avait obtenu la même impression sur la plaque, ce qu'il attribua à une phosphorescence de longue durée. A la suite d'autres expériences, il nota que, même non phosphorescent, l'uranium émettait ce rayonnement presque semblable aux rayons X. Mais, prisonnier de son hypothèse, il attribuait ce phénomène à une phosphorescence invisible.

C'est à une femme qu'il allait être donné de préciser l'importance de ce rayonnement et de découvrir le radium.

En effet, la même année, après avoir été reçue première à l'agrégation, Marie Curie, voulant devenir docteur ès

sciences, choisit comme sujet de thèse l'étude des rayons uraniques. « Cette étude, dit-elle, me parut très attrayante, et cela d'autant plus que la question entièrement nouvelle ne comportait aucune bibliographie. »

Pour mesurer les courants très faibles que l'on peut faire passer dans l'air, rendu conducteur de l'électricité (ionisation) par les rayons de l'uranium, Marie Curie utilisa une méthode inventée par les frères Curie et qui consistait à compenser, sur un électromètre Curie sensible, la quantité d'électricité apportée par le courant, par celle que peut fournir un quartz piézo-électrique. Elle trouva que le rayonnement des composés d'urane était une propriété *atomique* de l'uranium.

Elle chercha alors si l'uranium était le seul métal à jouir de cette propriété, et se mit à étudier systématiquement toute une série d'autres substances, et notamment des sels naturels.

Elle trouva que, parmi ces corps, seuls les composés de thorium émettent des rayons analogues à ceux de l'uranium, constituant à leur tour une propriété atomique du thorium.

Elle proposa d'appeler *radioactivité* cette nouvelle propriété de la matière manifestée par l'uranium et le thorium, et *radioéléments* les corps ayant cette propriété.

Au cours de sa recherche, elle constata que, parmi les minerais radioactifs, deux, la *pechblende* (oxyde d'urane) et le *chalcolite* (phosphate double de cuivre et d'uranyle), étaient beaucoup plus actifs que l'uranium lui-même (*note du 12 avril 1898 sur les rayons émis par les composés de l'uranium et du thorium*).

Cette anomalie lui causa une grande surprise, et quand elle fut bien certaine qu'il ne s'agissait pas d'une erreur d'expérience, Marie Curie émit l'hypothèse que les minéraux d'uranium et de thorium contenaient en petite quantité une substance nouvelle beaucoup plus fortement radioactive que les corps radioactifs connus. Il ne restait plus, pour vérifier cette hypothèse, qu'à rechercher cette nouvelle substance.

Vivement intéressé par la question, Pierre Curie abandonna son travail sur les cristaux — provisoirement, croyait-il, — et se joignit à sa femme.

Ils choisirent comme minerai de départ la pechblende, quatre fois plus active que l'oxyde d'urane.

Le 18 juillet 1898, Pierre et Marie Curie annoncèrent à l'Académie des Sciences l'existence d'une substance radioactive nouvelle contenue dans la pechblende.

« Nous croyons que la substance que nous avons retirée de la pechblende contient un métal non encore signalé, voisin du bismuth par ses propriétés analytiques. Si l'existence de ce nouveau métal se confirme, nous proposons de l'appeler *Polonium,* du nom du pays d'origine de l'un de nous. »



G. Bémont, Pierre et Marie Curie, autour du premier appareil de mesure.

Enfin, le 26 décembre 1898 parut une *note sur une nouvelle substance radioactive contenue dans la pechblende,* note signée de Pierre Curie, de Mme Curie et de G. Bémont. Elle fut présentée par Becquerel.

« Au cours de nos recherches, disaient les auteurs, nous

avons rencontré une deuxième substance fortement radioactive et entièrement différente de la première par ses propriétés chimiques. Elle a toutes les apparences chimiques du baryum presque pur.

« ...La nouvelle substance radioactive renferme un élément nouveau, auquel nous proposons de donner le nom de *radium*. » L'élément radium était découvert, il ne restait plus qu'à isoler le polonium et le radium; mais dans les produits les plus radioactifs, ces éléments n'étant qu'à l'état de traces, il fallait donc partir de matières premières en quantités infiniment plus grandes que celles que les Curie avaient déjà traitées.

Sur leurs propres ressources, ils firent venir plusieurs tonnes de résidus de fabrication des sels d'uranium extraits de la pechblende de Joachimstahl (Bohême). Il leur fallut trouver ensuite un local pour faire leurs traitements chimiques.

Pierre Curie, chef des travaux à l'École de Physique, pouvait utiliser pour ses recherches, dans la mesure où les besoins du service le permettaient, les ressources du laboratoire d'enseignement, où il dirigeait les manipulations. Dans ce laboratoire d'élèves, aucune salle ne lui étant destinée spécialement, Curie occupait avec sa femme un atelier vitré, situé au rez-de-chaussée et servant de magasin et de salles de machines. Ne pouvant songer à effectuer des traitements chimiques sans détériorer les appareils, ils prirent possession d'un hangar abandonné situé en face de l'atelier. Dans ce hangar au sol bitumé, dont le toit vitré les abritait incomplètement contre la pluie, qui faisait serre en été, et qu'un poêle en fonte chauffait bien mal en hiver, « nous avons passé, dit Mme Curie, les meilleures et les plus heureuses années de notre existence, consacrant au travail des journées entières.

« Tout le matériel se composait de vieilles tables de sapin usées, sur lesquelles je disposais mes précieux fractionnements de concentration du radium... et je me souviens du ravisse-

ment que nous éprouvions quand il nous arrivait d'entrer la nuit dans notre domaine et que nous apercevions de tous les côtés les silhouettes faiblement lumineuses des produits de notre travail. »

« Ces quantités infinitésimales de matières disséminées et comme perdues dans des masses énormes, dit H. Poincaré, que de patience, de soin, d'attention constante ne leur fallut-il pas pour n'en pas perdre de vue les traces à peine visibles, les concentrer sans en rien perdre et, finalement, les rassembler en quelques grains de riche poussière! »

Admirable mission du savant que rien ne rebute ni ne décourage. Ce n'est que des années plus tard que Mme Curie, se souvenant du lamentable laboratoire dans lequel son mari et elle découvrirent le radium, invoquera la plaidoirie de Pasteur :

« Si les conquêtes utiles à l'humanité touchent votre cœur, si vous restez confondus devant les effets surprenants de la télégraphie électrique, du daguerréotype, de l'anesthésie et de tant d'autres découvertes admirables; si vous êtes jaloux de la part que votre pays peut revendiquer dans l'épanouissement de ces merveilles, prenez intérêt, je vous en conjure, à ces demeures sacrées que l'on désigne du nom expressif de laboratoires. Demandez qu'on les multiplie et qu'on les orne : ce sont les temples de l'avenir, de la richesse et du bien-être. C'est là que l'humanité grandit, se fortifie et devient meilleure. »

La presse de l'époque ne souffla mot de la note de Pierre et de Marie Curie. Ce silence de la presse, à l'endroit d'une des plus étonnantes découvertes des siècles, dura quelques années, pendant lesquelles les Curie ne cessèrent d'accumuler les découvertes relatives aux singulières propriétés du nouveau métal.

En 1900, les Curie s'adjoignirent un jeune collaborateur, A. Debierne. Il découvrit une nouvelle substance radioactive,

qui précipitait avec les métaux du groupe du fer. Il l'appela *actinium*.

En 1902, Mme Curie parvint à purifier quelques milligrammes de chlorure de radium qui lui permirent de déterminer le poids atomique du radium. Dès lors, la preuve absolue était faite de l'existence du radium, ayant un pouvoir de rayonnement plus d'un million et demi de fois supérieur à celui de l'uranium.

Au cours de leurs recherches, les Curie observèrent que toute substance, séjournant pendant quelque temps au voisinage d'un sel de radium, devient elle-même radioactive. La radioactivité ainsi acquise est indépendante de la nature du corps activé et elle diminue très rapidement pour disparaître au bout de quelques heures. *Rutherford* ayant constaté que le thorium émettait une espèce de vapeur éphémère qu'il appela *émanation* (1900), *Dorn* trouva que le radium avait aussi une émanation (appelée aujourd'hui *radon*), ce qui expliquait les phénomènes de *radioactivité induite* découverts par les Curie.

Le rayonnement émis par le radium comprend trois sortes de radiations :

1° Des rayons ondulatoires ultrapénétrants, non électrisés, analogues à des rayons X de grande fréquence, ayant la vitesse de la lumière (300.000 km. à la seconde), ce sont les rayons *gamma* (photons) ;

2° Des rayons moins pénétrants, constitués par des électrons (particules matérielles chargées d'électricité négative) ayant presque la vitesse de la lumière, analogues par leur nature aux rayons cathodiques, ce sont les rayons *bêta;*

3° des rayons encore moins pénétrants, constitués par des helions (noyaux atomiques du gaz hélium, chargés d'électricité positive) ayant une vitesse de 20.000 kilomètres par seconde. Ils sont particulièrement caractéristiques de la radioactivité : les rayons *alpha.*

L'uranium, le radium, le gaz émanation du radium et « son dépôt actif », le polonium, etc..., sont des membres d'une même famille et dérivent l'un de l'autre par fragmentation de l'atome et transmutation de ses propriétés.

Malgré leur désir de concentrer tous leurs efforts sur le travail dans lequel ils étaient engagés, Pierre Curie et sa femme durent reconnaître, vers 1900, qu'une augmentation de leurs ressources était nécessaire. Ils sollicitèrent chacun un poste dans l'enseignement. Malheureusement, Pierre Curie n'avait pas passé par les grandes écoles.

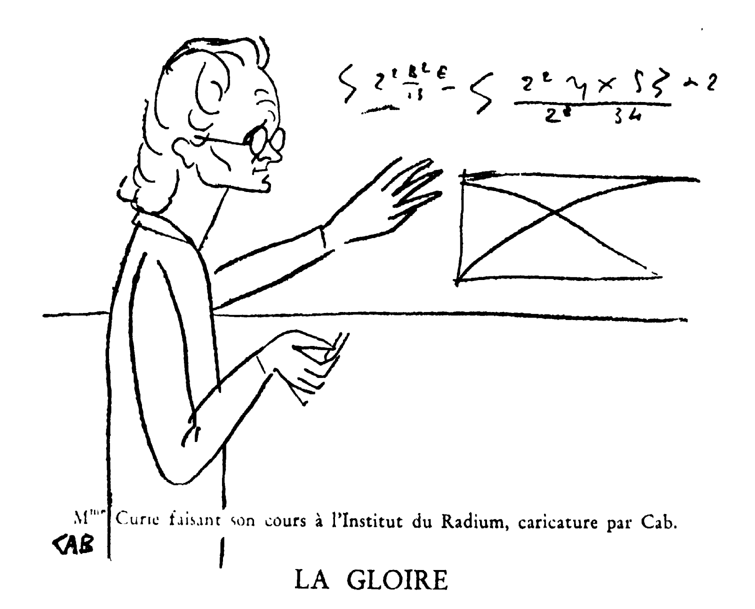
En été 1900, il lui vint une proposition inespérée : une chaire de physique lui était offerte par l'Université de Genève. Pierre Curie, très tenté, refusa pour ne pas arrêter ses recherches.

Il fut peu de temps après nommé chargé de cours à la Faculté des Sciences pour la préparation au P. C. N., grâce à l'appui de Henri Poincare qui tenait à lui éviter l'obligation de quitter la France. En même temps, Mme Curie fut chargée de conférences de physique à l'École Normale Supérieure de Sèvres.

En 1903, Mme Curie passa son doctorat ès sciences physiques avec une thèse « *sur les substances radioactives* ». Puis elle et son mari donnèrent une conférence à Londres sur le Radium et reçurent peu après la médaille Davy de la *Royal Society*.



Magasin servant de pièce pour les mesures électrométriques.



Mme Curie faisant son cours à l'Institut du Radium, caricature par Cab.

LA GLOIRE

A la fin de cette année 1903, une nouvelle éclata comme un coup de tonnerre : le prix Nobel de physique était attribué à Henri Becquerel, à Pierre et à Marie Curie. Si Becquerel était célèbre, les Curie étaient totalement inconnus du grand public. Une fois de plus, l'étranger venait de révéler à l'admiration de leur pays deux grands Français.

On nomma Pierre Curie professeur à la Sorbonne et on créa pour lui une chaire spéciale « Physique et Radioactivité ». On voulut lui donner la Légion d'honneur : il la refusa et écrivit au ministre : « Je n'éprouve pas du tout le désir d'être décoré, mais j'ai le plus grand besoin d'avoir un laboratoire. »

En 1905, l'Académie des Sciences l'accueillit dans son sein. Tant de bruit effarouchait cet homme si modeste, qui n'aimait la Science que pour elle-même et pour qui cette notoriété n'était qu'un accident importun, ennemi de son travail et de son repos.

Le 17 avril 1906, Pierre Curie fut écrasé par un camion à l'entrée de la rue Dauphine, près du Pont-Neuf.

Ainsi disparaissait à moins de quarante-sept ans cet homme de génie, qui était aussi un héros. Il aimait la campagne, la vie libre, les fleurs, « les choses les plus douces de cette vie », et volontairement il y avait renoncé pour faire « une réalité de son rêve ». Les sacrifices imposés à tous les savants, il les avait accomplis en pleine conscience et non comme un illuminé, qui ne sent point la douleur et ignore la mélancolie.

Cet accident stupide mettait fin à une collaboration où, dit Henri Poincaré, « les qualités naturelles de l'homme et de la femme s'étaient trouvées si heureusement associées qu'elle n'avait pas été seulement un échange d'idées, mais avant tout un échange d'énergie, sûr remède contre ces découragements passagers auxquels tous les chercheurs sont exposés ».



Cour où étaient faits les traitements dégageant des gaz nocifs.



Mme Curie et ses filles Irène et Eve, vers 1908.

MADAME CURIE

Ainsi Mme Curie se trouvait veuve à trente-neuf ans, avec deux petites filles, au moment où, délivrée des soucis matériels, elle pouvait espérer couler des jours heureux, consacrés à la science et à l'amour. Elle avait été longtemps à l'école

de la pauvreté. Avant son mariage, pendant quatre ans, elle avait occupé une mansarde qui, a-t-elle écrit, était si froide en hiver et si mal chauffée par un petit poêle dans lequel le charbon manquait souvent, qu'il n'était pas rare que l'eau gelât la nuit dans une cuvette. Dans la même chambre, elle préparait ses repas à l'aide d'une lampe à alcool, se contentant souvent de pain, d'une tasse de chocolat, d'œufs ou de fruits.

Après son mariage, pendant trois ans, elle avait habité un petit logement de la rue de la Glacière, où elle faisait le ménage et la cuisine avant d'aller, au laboratoire, brasser, à l'aide d'une tige de fer, dans des marmites de terre ou de fonte, les produits qu'elle analysait avec son mari.

A la naissance d'Irène Curie, en 1897, la vie s'était compliquée encore. Elle avait abandonné la rue de la Glacière pour le boulevard Kellermann. C'est là qu'un soir de printemps on lui avait rapporté son mari sans vie. Tout s'écroulait. Elle ne perdait pas seulement le compagnon, mais l'ami spirituel, le savant avec lequel elle avait travaillé sans compter. Pourrait-elle continuer seule les recherches au laboratoire? Aurait-elle le temps et les ressources nécessaires? Aurait-elle même un laboratoire?

Heureusement, la voix du monde scientifique s'éleva unanime. « Il faut que cette femme dont le génie fut égal à celui de Curie ait les moyens de poursuivre les travaux commencés. Il faut qu'on mette à sa disposition un laboratoire comme ceux que possèdent les maîtres de la Sorbonne. Le plus beau monument qu'on puisse élever à la mémoire de Curie sera celui que lui érigera sa propre femme continuant son œuvre. »

Le ministre fit mieux que de lui donner un laboratoire. Il la nomma, à la place de son mari, professeur à la Faculté des Sciences de Paris. C'était la première femme admise à l'honneur de professer à la Sorbonne.

LE PREMIER COURS DE Mme CURIE A LA SORBONNE

Le 6 novembre 1906, à une heure et demie, Mme Curie fit son premier cours à la Sorbonne.

Vêtue d'une très sévère robe noire, très émue, très pâle, elle entra dans l'amphithéâtre, débordant de foule, se plaça devant la longue table chargée des appareils pour les expériences et, ne saluant que légèrement, d'une brève et sèche inclinaison de tête, commença immédiatement à exposer la théorie des ions, d'une voix un peu monotone, avec une pointe d'accent donnant à sa diction une originalité qui n'était pas sans charme. Puis elle aborda les développements qui lui sont familiers sur les corps radioactifs, exposant plus particulièrement la théorie nouvelle de la désintégration atomique. Après son exposé, elle se retira toute droite, toute simple, plus émue encore qu'à l'arrivée.

Voici comment la décrit un de ses auditeurs :

« Mme Curie a le type polonais dans toute sa pureté. Elle est blonde et mince. Son front est élevé, ses yeux d'un bleu gris, profondément enfoncés dans leurs orbites, ont une grande expression de douceur. Le nez est accentué, la bouche est bien dessinée, et le menton révèle la volonté. »

Un groupe de dames ayant voulu, à l'occasion de cette inauguration, lui offrir un « livre d'or », en témoignage de la reconnaissance des femmes de France, Mme Curie, par modestie, refusa ce souvenir et demanda qu'il fût remis à Liard, vice-recteur de l'Académie.

NOUVEAUX TRAVAUX ISOLEMENT DU RADIUM

Les envieux prétendaient qu'après la mort de Pierre Curie, plus rien de bon ne sortirait du laboratoire pauvre et

illustre où était né le radium. Mme Curie allait leur démontrer le contraire. Avec les disciples de son mari et ses propres élèves, elle poursuivit ses recherches. Aidée par Debierne, elle parvint, en 1910, à isoler par électrolyse le radium de son chlorure, en utilisant une cathode de mercure : ce métal était chassé ensuite de l'amalgame par distillation dans le vide.

Le radium était là, pour la première fois, métal brillant, fondant à 700°, analogue au baryum, très altérable à l'air.

C'est un métal alcalino-terreux, produit par l'uranium, après que celui-ci a subi un certain nombre de transformations, dont une des dernières est l'ionium. Le radium se transforme à son tour en émanation, sorte de gaz qui se résout lui-même en dépôt actif, enduisant légèrement les parois du récipient où le radium a été enclos et possédant les mêmes vertus. Le terme ultime des transformations successives du radium est le plomb.

Les transformations du radium sont produites avec une grande énergie. Pour un gramme de radium, cette énergie est équivalente à la chaleur développée par la combustion de 340 kilos de charbon. Il colore en violet ou en brun le verre, la porcelaine, les émaux. De petites quantités de radium, préparées avec du sulfure de zinc, donnent une belle luminosité verdâtre, qui scintille la nuit.

En 1911, *Darboux* et *Appell* proposaient la candidature de Mme Curie à l'Académie des Sciences. Pour la première fois, une femme allait-elle être élue sous la Coupole? Ce fut *Branly* qui fut élu. Mais à la fin de la même année, Mme Curie obtenait une éclatante revanche. Fait unique dans les annales des prix Nobel, elle recevait pour la seconde fois un prix Nobel : celui de chimie.

Elle publia alors un admirable *Traité de radioactivité.* Puis elle enseigna le moyen de doser le radium par mesure de l'émanation dégagée : elle fixa la constante de l'émanation, fournissant ainsi à la pratique médicale des bases scientifiques de la plus grande utilité pratique.

Au Congrès de Bruxelles, la même année, Mme Curie reçut les hommages des physiciens et des médecins spécialistes du

monde entier, et on appela « curie » l'unité de mesure pour l'émanation. Elle fut chargée de constituer l'unité internationale du radium, qui repose depuis au Pavillon de Breteuil, avec le mètre étalon.

UTILISATION THÉRAPEUTIQUE DU RADIUM

Rencontrant Pierre Curie en 1901, *Charles Guillaume* lui demanda tout naturellement des nouvelles du radium.

— J'ai une chose intéressante à vous montrer, lui répondit le physicien.

Relevant sa manche, il écarta un bandeau qui enveloppait son avant-bras et à l'abri duquel se trouvait une petite quantité d'un corps radioactif.

— Voyez! Cela commence à rougir.

Quelques jours plus tard, la plaie était ouverte. Elle mit deux mois à guérir.

Si Pierre Curie avait fait cette expérience dangereuse, c'était délibérément. Quelque temps auparavant, en effet, Henri Becquerel, ayant gardé dans une poche de vêtement une parcelle de radium, avait eu sur la poitrine une ulcération lente à guérir. Il connaissait maintenant le pouvoir dangereux du radium. Peut-être pourrait-on un jour discipliner cette force mauvaise et la mettre au service de la science et de la médecine.

Le 3 juin 1901, Pierre Curie et Henri Becquerel firent une communication à l'Académie des Sciences sur *l'Action physiologique des rayons du radium.*

L'action biologique si énergique du radium et de ses radations firent alors l'objet d'importantes recherches.

Aux premiers essais incertains d'application thérapeutique des sels radifères et de l'émanation du radium (1903) succédèrent l'emploi du radium pour le traitement des tumeurs malignes. Les communications de *Wickham* et

Degrais et surtout la découverte de la séparation par filtration des rayons gamma ultrapénétrants d'avec les rayons alpha, les rayons bêta et la portion la plus absorbable du rayonnement gamma par *Dominici* (1907) donnèrent un vif essor à la radiumthérapie.

Degrais en 1910 proposa de nommer cette méthode *curiethérapie*.

La curiethérapie utilise tantôt l'action générale des substances radioactives introduites, par diverses voies, à l'état de dilution extrême dans la circulation sanguine, tantôt et beaucoup plus souvent l'action locale exercée par le rayonnement des substances radioactives.

Cette action locale trouve son emploi bienfaisant dans un assez grand nombre de maladies différentes, dont le cancer occupe le premier plan. On enferme dans de petits tubes ou de fines aiguilles de métal le radium et on répartit ces tubes en plus ou moins grand nombre à faible distance de la peau; les aiguilles sont disséminées dans l'épaisseur des tissus malades. Ce sont autant de foyers minuscules, merveilleusement actifs et puissants, qui tuent les cellules mauvaises dans un organe profond, en laissant vivre les cellules saines avoisinantes.

Dans ces tubes et dans ces aiguilles, on peut à la place du radium enfermer seulement son émanation.

Par les radiations correctement appliquées, certaines espèces et localisations du cancer sont guéries aussi sûrement que par la chirurgie, lorsqu'il s'agit notamment de cancers de la peau, de la bouche et de la langue.

La curiethérapie interne, qui consiste à injecter par voie intraveineuse ou sous-cutanée des radioéléments, stimule les phénomènes vitaux, facilite l'élimination de l'acide urique, ce qui l'a fait employer dans la goutte, l'arthritisme et certaines formes de rhumatismes.

On a signalé aussi son action favorable sur l'hypertension artérielle ainsi que dans les leucémies et certaines anémies.

Mme CURIE PENDANT LA GUERRE

Dès le premier jour de la guerre, Mme Curie se consacra à la Défense nationale. Elle mit tout son savoir, toute son énergie, toute son activité au service de sa patrie d'adoption.

De sa propre initiative, elle organisa les services radiologiques pour les ambulances et les hôpitaux militaires. Notre Service de Santé militaire était insuffisamment pourvu en installations nécessaires au radio-diagnostic des projectiles et des fractures. Mme Curie, en août et septembre 1914, rassembla le matériel radiologique qu'elle put trouver dans les laboratoires et les magasins; elle organisa par ce moyen plusieurs stations radiologiques, que desservaient des aides volontaires. Ensuite elle équipa une première automobile radiologique, avec laquelle elle se déplaçait à l'appel des hôpitaux, dans la région de Paris. Des dons d'argent permirent à cette initiative de prendre une grande extension. L'*Union des Femmes de France* et le *Patronage national des Blessés* lui donnèrent la direction technique de leurs services de radiologie. Plus de deux cents postes fixes et une vingtaine de voitures radiologiques furent organisés, tant dans la zone des armées françaises et belges que dans le territoire non occupé par les armées. Souvent Mme Curie partait elle-même, conduisant sa voiture au front, pour se rendre compte des besoins, installer un poste, instruire des manipulateurs. Elle participa souvent à l'examen des blessés. En 1916, elle ajouta un département de radiologie à l'École d'Infirmières d'Edith Cavell : ainsi elle forma près de 150 manipulatrices.

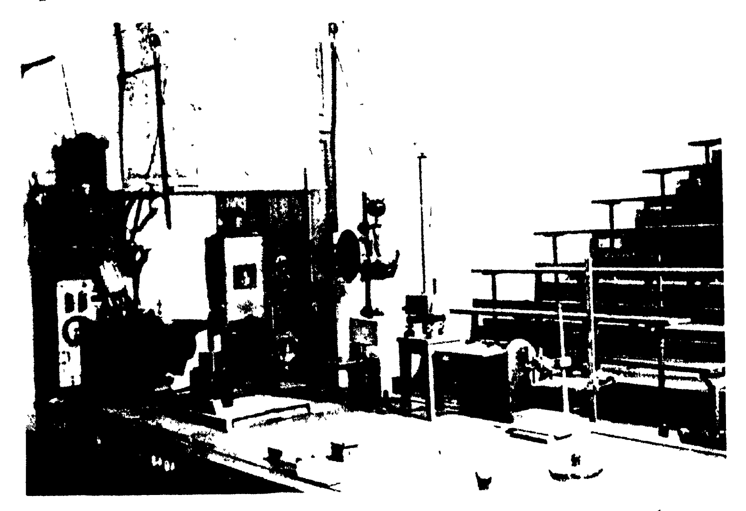
A partir de 1915, le radium qu'elle avait confié en septembre 1914 au professeur Bergonié, à Bordeaux, fut ramené à Paris et servit à préparer des tubes d'émanation qui furent utilisés pour le traitement de certaines séquelles de blessures. De son écriture fine et régulière, elle remplissait elle-même les feuilles de mesure qui accompagnaient chaque tube.

Pendant quatre ans, elle donna à nos soldats blessés tout

le savoir, toute la vaillance, toute la fermeté d'une âme qui ne se livre pas à demi.

Elle y donna aussi sa santé. En manipulant les tubes de radium et en radioscopiant de nombreux soldats sans moyens de protection, elle contracta, en effet, des lésions aux mains et des altérations du sang dont elle devait mourir un jour.

Entre temps, à partir de 1915, Mme Curie aménagea peu à peu le laboratoire Curie de l'Institut du Radium.



Amphithéâtre où Madame Curie faisait son cours à l'Institut du Radium.

Mme CURIE A L'INSTITUT DU RADIUM

C'est en 1912 que, grâce à l'effort conjugué de l'Université de Paris et de l'Institut Pasteur, la construction d'un Institut du Radium avait été entreprise. Il ne fut terminé qu'en 1914, peu avant la déclaration de la guerre.

Après la guerre, Mme Curie y consacra son temps. Deux fois par semaine, elle y faisait son cours. G. Charensol, qui a assisté à un des cours de Mme Curie, le décrit ainsi :

« Une vingtaine de jeunes gens, une dizaine de jeunes filles, studieux, munis de gros cahiers, sont déjà installés sur les bancs de bois. On dévale la pente raide de l'amphithéâtre, que domine un lourd appareil de projection. En bas, une longue table, couverte d'instruments compliqués. Aux murs, des tableaux noirs.

« Au dernier coup de cinq heures, tous les étudiants se lèvent pour se rasseoir aussitôt. Une femme petite, déjà âgée, fait son entrée. Elle dépose sur la table deux ou trois feuilles de papier, une grosse montre d'acier bruni, et commence à parler d'une voix brève, rapide, un peu sourde.

« Qu'il est humble et modeste, ce grand savant! Qui songerait à remarquer cette mince silhouette, si on la rencontrait dans la rue? Une blouse noire sans le moindre ornement, des bas gris, des souliers plats, des lunettes aux verres épais; les cheveux presque blancs sont négligemment noués au sommet de la tête. Rien de particulier dans ce visage, si ce n'est un grand front bombé et les yeux, clignotants parfois, mais le plus souvent étrangement fixes, comme s'ils suivaient la pensée sans prendre garde au monde extérieur. »

Au *Pavillon Curie*, qu'elle dirige et qui dépend de l'Université, se poursuivent des recherches théoriques sur la structure de l'atome : études sur le rayonnement des corps radioactifs et leurs constantes de désintégration, sur les isotopes, sur les corps radioactifs rares des familles du radium et de l'actinium, etc...

Au *Pavillon Pasteur,* à côté, et qui dépend de l'Institut Pasteur, le docteur *Regaud* étudie l'application de la radioactivité à la guérison de certaines maladies.

La masse radioactive déposée à l'Institut du Radium contient au moins un gramme de ce métal. Mme Curie aurait eu le droit de le vendre — environ un million et demi — pour l'avoir préparé dans des usines privées et par ses propres moyens. Elle a préféré l'offrir à son laboratoire.



Madame Curie conférencière.

(Harlingue.)

LE RAYONNEMENT DE Mme CURIE DANS LE MONDE

Depuis longtemps, le nom de Mme Curie était célèbre dans le monde entier. Nombreuses sont les organisations de radiumthérapie existant à l'étranger. Les instituts officiels de Vienne, Berlin et Heidelberg sont les plus connus. En Grande-Bretagne, Londres, Manchester, Edimbourg, Dublin possèdent

des instituts de radium. En Amérique, les instituts sont très nombreux. Le plus important est le « Memorial Hospital » de New-York.

En 1921, Mme Curie fut invitée aux États-Unis, où le président Harding lui remit un gramme de radium, acheté au prix de 250.000 dollars, grâce à une souscription des femmes américaines, entreprise sur l'initiative de Mme Meloney.

Le gramme de radium était réparti en dix tubes contenant chacun cent milligrammes, placés dans une boîte de plomb et d'acier, pesant 125 livres, recouverte par une calotte en tôle d'acier, et déposée dans un coffre en bois d'acajou. Le couvercle du coffre portait l'inscription suivante : « Offert par le Président des États-Unis, au nom des femmes d'Amérique, à Mme Sklodowska-Curie, en reconnaissance du service transcendant qu'elle a rendu à la science et à l'humanité par la découverte du radium. »

Une place étant devenue vacante dans la section des membres libres, trente-cinq membres de l'Académie de médecine signèrent la déclaration suivante :

« Les membres soussignés pensent que l'Académie s'honorerait en élisant comme membre associé libre Mme Curie, en reconnaissance de la part qu'elle a prise à la découverte du radium et d'une nouvelle médication : la curiethérapie. »

Le 7 février 1922, elle fut élue à l'unanimité membre de l'Académie de médecine. C'était la première femme admise à y siéger. Trois ans plus tard, elle faisait une communication retentissante sur l'emploi du radium en thérapeutique. Elle proposait de substituer à l'élément lui-même dans ses applications physiologiques, d'une part le radon ou émanation du radium, et d'autre part deux éléments issus de radioplomb : le radium E, qui ne produit que des rayons bêta, et le polonium, qui n'émet que des rayons alpha.

C'était la transformation de toute la technique dite curiethérapie. Désormais, le radium métal resterait déposé dans un

coffre de plomb d'où s'écoulerait en un jet inépuisable le radon aussitôt expédié aux hôpitaux en ampoules rigoureusement dosées.

Le 26 octobre 1923, la Fondation Curie célébra le 25ᵉ anniversaire de la découverte du radium, en une séance solennelle à la Sorbonne, sous la présidence du Président de la République, devant une foule de savants, de délégués et d'étudiants français et étrangers.

En 1929, devant plus de huit cents académiciens, professeurs et médecins, l'Institut National Américain des Associations de la Science remettait à Mme Curie sa grande médaille d'or. Ce fut un triomphe. Tout ce qui, aux États-Unis, incarnait la science et la pensée : Académie des Sciences de New-York, Universités de Pensylvanie, de Pittsburg, Institut Carnegie, Université Columba, Université de Chicago, Université Yale, etc..., réclama l'honneur de recevoir Mme Curie et de lui décerner un diplôme de docteur.



Statue de Mme Curie, devant l'Institut du Radium, à Varsovie.


Statue de Mme Curie à l'entrée de l'Institut du Radium de Canton. (Etats-Unis).

(*Keystone*).

Elle put voir notamment, en inaugurant l'Institut de Chimie Curie-Hepburn, de l'Université de Saint-Laurent, à Canton (État de New-York), son effigie fixée dans la pierre.

Quelques jours après, le Président Hoover lui remettait un chèque de 50.000 dollars pour l'achat d'un gramme de radium destiné à l'Institut Curie de Varsovie, qu'elle eut la joie d'inaugurer en 1932. Quarante et un ans plus tôt, étudiante obscure elle avait quitté sa patrie opprimée. Devenue la femme la plus illustre du monde, elle la retrouvait libre et indépendante.

En 1929, l'Académie des Sciences de Stockholm l'avait accueillie dans son sein. Au conseil Solvay de 1933, en octobre, elle conférait le nom de « matérialisation » à la transformation du rayonnement électromagnétique en matière.

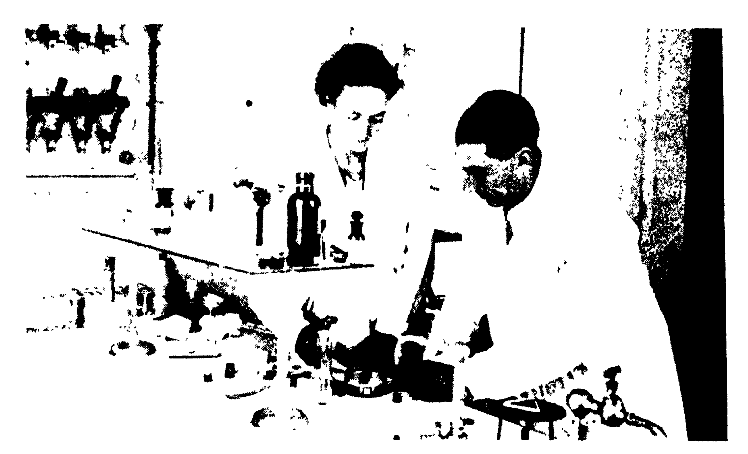
Mme Curie mourut le 4 juillet 1934 au sanatorium de Sancellomoz (Haute-Savoie) des suites d'une anémie pernicieuse, probablement due à l'action prolongée de ces radiations, dont elle avait réussi à percer le secret.

Elle fut ensevelie très simplement au cimetière de Sceaux. Un peu de terre apportée de Pologne par son frère et sa sœur fut mêlée à la terre de France autour du cercueil.

Mais il semble que Mme Curie ait hérité des merveilleuses propriétés du radium, et que tout ce qui émane d'elle doive briller de son propre génie. A peine était-elle disparue que son nom allait rejaillir d'une nouvelle gloire, grâce aux découvertes de sa fille Irène et de son gendre : Frédéric Joliot.



Madame Curie, en décembre 1923.



M. et Mme Joliot-Curie Prix Nobel de Chimie 1935.
(*Harlingue*).

LES JOLIOT-CURIE

En 1903, dans les jours qui suivirent l'attribution du prix Nobel de physique à Pierre et à Marie Curie, un journaliste vint pour les interviewer. Pendant qu'il attendait le couple de savants dans le bureau de travail, il vit entrer une jolie petite fille blonde. Celle-ci, souriante, lui tint compagnie et gentiment l'initia à un certain nombre de jeux enfantins qui le charmèrent.

Cette demoiselle de six ans était le futur prix Nobel de physique : Irène Curie.

Irène Curie est née à Paris le 12 septembre 1897. Après avoir passé la licence ès sciences physiques et la licence ès mathématiques, elle devint en 1921 préparateur à la Faculté des Sciences. En 1925 elle passa son doctorat ès sciences et l'année suivante, elle épousait Frédéric Joliot.

Frédéric Joliot, né à Paris le 19 mars 1900, sortit en 1923 de l'École de Physique et de Chimie, puis, à partir de 1925, travailla comme préparateur particulier de Mme Curie

au laboratoire de l'Institut du Radium. Années de grand, de dur labeur : pour compléter les appointements extrêmement modiques qui lui étaient alloués, le jeune savant enseignait les sciences dans une école privée. Licencié ès sciences en 1927, docteur ès sciences en 1930 avec une thèse sur l'*électrochimie des radioéléments*, la Recherche Scientifique surventionna ses travaux et il put dès lors, en collaboration avec Irène Curie, mener à bien les recherches de la plus haute importance qu'il avait entreprises. En mai 1934, il succéda à Debierne comme maître de conférences à la Faculté des Sciences.

Ses travaux aboutirent d'abord à la découverte du neutron, puis à la matérialisation des photons en électrons, puis à la dématérialisation des électrons positifs en photons; enfin, à la découverte de la radioactivité artificielle, qu'avait entreprise Irène Curie depuis sa soutenance de thèse.

Pour permettre de comprendre la nature des recherches des Joliot-Curie, il nous faut donner quelques précisions sur la matière et sur l'atome.

LES HYPOTHÈSES ACTUELLES SUR LA CONSTITUTION DE LA MATIÈRE

Un certain nombre de phénomènes physiques et chimiques ont conduit à considérer la matière comme présentant une structure granulaire. Elle est formée de particules matérielles extraordinairement petites, appelées *molécules*, séparées les unes des autres par des espaces vides.

La molécule est la plus petite quantité de matière qui existe à l'état de liberté. Elle est formée de particules appelées *atomes*. L'atome est le plus petit poids de matière qui puisse rentrer en combinaison.

La plupart des molécules des corps simples (azote, hydrogène, chlore, etc...) comprennent deux atomes (corps diatomiques). La molécule d'eau, corps composé, comprend deux atomes d'hydrogène et un d'oxygène. On a cru longtemps que l'atome était homogène, insécable, indestructible.

Actuellement, on sait qu'il n'est pas conforme à l'étymologie de son nom. Rutherford et Bohr, dans un célèbre schéma, le représentent comme un ensemble complexe formé d'un centre électrisé positivement, appelé *noyau,* autour duquel gravitent des corpuscules négatifs ou *électrons* en nombre suffisant pour neutraliser la charge positive du noyau. Cet ensemble apparaît comme un système solaire en raccourci.

L'électron est la plus petite charge d'électricité isolable. Ce grain d'électricité a une charge :

$e = 1.592 \times 10^{-19}$ coulomb

ou 4.776×10^{-10} unités électrostatiques.

Le plus léger des atomes connus et le plus simple est celui de l'hydrogène. Il comprend un électron qui tourne autour d'un noyau appelé *proton* de charge positive égale en valeur absolue à celle de l'électron.

La masse de l'électron est infime :

$m = 0,9 \times 10^{-27}$ grammes,

c'est-à-dire 0,0000000000000000000000000009.

Presque toute la masse d'un atome est concentrée dans son noyau.

Ainsi, l'atome d'hydrogène pèse 1.840 fois plus que l'électron et cette masse est sensiblement celle du proton. Aussi on a été amené à considérer l'électron comme une simple charge électrique, de masse négligeable : la masse de l'atome étant concentrée au noyau. Pendant longtemps, on a cru que le noyau de l'atome comprenait :

1° des protons;

2° des électrons appelés nucléaires par opposition aux électrons satellites, dits de valence.

Le nombre de protons fixait la masse du noyau, c'est-à-dire sensiblement celle de l'atome. La différence entre le nombre de protons et d'électrons du noyau donnait la charge positive du noyau et déterminait le *nombre atomique* de l'atome.

On avait remarqué qu'un certain nombre de propriétés des corps simples dépendaient de ce nombre atomique et Mendeleiev les avait classés dans un tableau qui allait de l'hydrogène n° 1 à l'uranium n° 92. Ainsi, le phosphore dont le poids atomique est 31 et dont le nombre atomique est 15, avait 15 électrons satellites et un noyau comprenant 31 protons.

Le noyau comprenait donc $31 - 15 = 16$ électrons. Au total, l'atome comprenait 31 protons et 31 électrons, soit exactement 31 fois un atome d'hydrogène.

D'une manière générale, si un atome d'un élément de nombre atomique Z avait un noyau formé de $K + Z$ protons et de K électrons nucléaires, autour de ce noyau gravitaient Z électrons satellites. Son poids atomique était de $K - Z$. Si, pour une même valeur de Z, il existe plusieurs configurations stables du noyau correspondant à des valeurs différentes de K, les divers atomes ainsi constitués ont le même nombre

atomique. Ce sont des *isotopes*, ils ont des propriétés physiques voisines, mais des poids atomiques différents.

Enfin, les électrons satellites circulent autour du noyau sur des orbites plus ou moins distantes (anneaux K, L, M), le nombre et la disposition des électrons de l'orbite extérieure semblent en corrélation avec la valence chimique (électrons de valence).

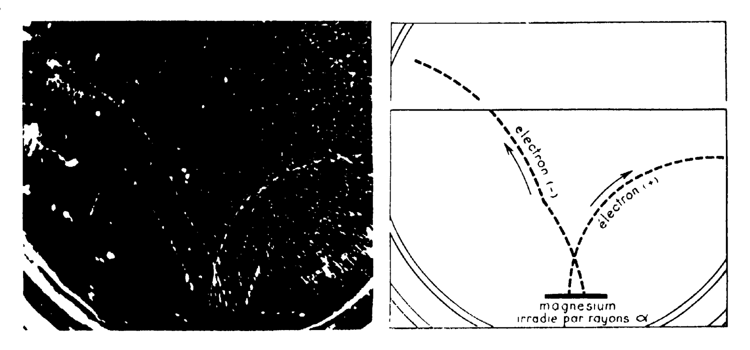
Quand un électron passe d'un anneau externe à un niveau plus central, il y a libération d'énergie sous forme de radiation. Réciproquement, sous l'action d'un rayonnement électro-magnétique ou d'un choc corpusculaire, un électron peut être rejeté d'une orbite centrale à une autre plus éloignée.

LA TRANSMUTATION ARTIFICIELLE

En 1919, le physicien anglais *Rutherford* eut l'idée de bombarder les atomes de plusieurs éléments par les projectiles alpha (noyaux d'helium) émis par une substance radioactive. Il assista à la mise en liberté de protons, animés de grande vitesse, qui furent identifiés par les propriétés de leurs trajectoires ionisantes dans l'air qu'ils traversent. Ces protons n'avaient pu être produits que par un phénomène de transmutation. C'était la première fois que, en dehors des phénomènes radioactifs naturels, l'on assistait à une transmutation d'un élément en un autre élément, transmutation qu'avaient si longtemps cherchée les alchimistes pour obtenir de l'or. L'azote ainsi bombardée fixait une particule alpha de masse 4 en donnant un proton de masse égale à 1 et laissant un résidu de masse égale à 17 : isotope de l'oxygène.

En 1930, *Bothe* et *Becker* ayant bombardé le glucinium avec des corpuscules alpha, émanés du polonium, constatèrent l'émission d'un rayonnement très pénétrant. Les Joliot-Curie reprirent à leur tour ces expériences en 1931 et 1932, avec des rayons alpha émis par du polonium, et obtinrent un rayonnement comprenant, d'une part, des rayons gamma, analogues à ceux qui jaillissent du radium, d'autre part, des corpuscules pesants, non électrisés, appelés *neutrons* par *Chadwick*, ces

neutrons ayant une masse analogue à celle du proton. Dans le rayonnement émis, il y avait en outre des électrons négatifs (*négatrons*) et des électrons positifs (*positrons*). Enfin le glucinium s'était transformé en carbone. Nouvel exemple de transmutation.



Bombardement de magnesium par rayons alpha, le positron est dévié à droite, le négatron à gauche.

LA RADIOACTIVITÉ ARTIFICIELLE

Les Joliot-Curie voulurent répéter l'expérience de Bothe et de Becker avec de l'aluminium. Ayant soumis une lame mince de ce métal pendant un quart d'heure à l'action des corpuscules alpha émis par une source puissante de polonium, et ayant écarté cette source, ils constatèrent que l'aluminium avait subi une modification qui l'avait rendu radioactif. Il continuait à émettre des électrons positifs. Des constatations semblables furent faites avec le bore qui émettait également des positrons et avec le magnésium qui émettait, en plus, des négatrons.

En outre, il y avait transmutation : l'aluminium s'était transformé en un corps isotope du phosphore, que les Joliot appelèrent *radiophosphore*. Ce radiophosphore se décompose spontanément en silicium. De même, le bore se transforme en

radioazote, qui se détruit spontanément en donnant du carbone et un positron. Quant au magnésium, il semble qu'il forme à la fois un *radiosilicium* et un *radioaluminium*, dont la désintégration produit les négatrons.

Telle est la radioactivité artificielle. Les résultats remarquables découverts par F. Joliot et I. Curie furent exposés en 1934 à la Conférence internationale de Londres.

Le temps pendant lequel l'activité de ces corps rendus radioactifs diminue de moitié (ce qu'en radioactivité on appelle la *période* et qui est une caractéristique d'un élément radioactif) est de quatorze minutes pour le bore; trois minutes et quart pour l'aluminium; deux minutes et demie pour le magnésium.

Évidemment, ces périodes sont courtes si on les rapproche de celles des corps radioactifs naturels.

L'uranium a une période qui s'exprime en millions d'années; celle du radium est de 1.800 ans; cela veut dire qu'une masse quelconque de ce corps sera réduite à moitié au bout de 18 siècles, au quart après 36, au huitième après 54, et ainsi de suite; celle de son émanation est de 3 jours 85; d'autres corps, comme le radium C_2, évoluent si rapidement que quelques millionièmes de seconde suffisent pour réduire de moitié leur rayonnement et leur masse; mais il n'est pas douteux qu'avec des durées d'irradiation plus longues que celles qui ont été employées, des radio-éléments artificiels à vie longue seront mis en évidence.

Le second caractère des corps radioactifs est formé par la nature du rayonnement : chaque espèce radioactive donne en se désintégrant des produits toujours les mêmes. Avec les corps radioactifs naturels, on avait obtenu des corpuscules alpha, des corpuscules bêta et des rayons gamma; avec la désintégration artificielle, on a obtenu en outre des positrons et des neutrons.

A la suite de la découverte des Joliot-Curie, de nombreux

expérimentateurs ont tenté de créer de nouveaux radio-éléments. On en connaît actuellement plus d'une soixantaine.

Quel est l'avenir de la radioactivité artificielle?

Sa découverte a eu d'abord pour résultat de permettre de préciser les éléments de stabilité de l'atome : les atomes stables étant ceux dont la structure interne comporte une proportion favorable de protons et de neutrons. Entre les isotopes d'un même élément (même nombre de protons), le plus lourd qui contient un excès de neutrons pourra être radioactif avec émission d'électrons négatifs, par suite de la transformation d'un neutron en proton; le plus léger qui a trop peu de neutrons sera radioactif avec émission d'électrons positifs par suite de la transformation inverse.

Un corps simple de poids atomique A = 31 et de nombre atomique Z = 15 est formé d'un noyau contenant 15 protons et 16 neutrons et de 15 électrons satellites. A l'intérieur du noyau, la plupart de ces particules sont agglomérées par groupes de deux protons et deux neutrons étroitement liés, formant chacun une particule alpha. C'est pourquoi ces dernières peuvent être émises dans les transformations radioactives et dans certaines transmutations.

Au point de vue pratique, on peut espérer obtenir prochainement des radioéléments d'intensité suffisante pour qu'ils soient utilisés en vue d'études scientifiques et médicales.

Au point de vue scientifique et biologique, ils permettront d'étendre dans les études chimiques les méthodes des indicateurs radioactifs. Si l'on désire voir comment un poison ou un médicament se répartit dans l'organisme, on pourra faire absorber ce composé préparé avec du carbone radioactif et savoir où s'est localisé ce carbone radioactif, malgré tout le carbone ordinaire qui se trouve dans l'organisme.

Au point de vue médical, on peut espérer remplacer en curiethérapie les sels de radium ou les tubes d'émanation par des radioéléments. Quelle solution idéale, si l'on pouvait injecter dans les tissus malades des corps assimilables par l'organisme et dont la durée active serait prévue très exactement!

ÈVE CURIE



Eve Curie.

La deuxième fille de Pierre et de Marie Curie, née à Paris le 6 décembre 1904, a eu une activité tout à fait différente de celle de ses parents et de sa sœur.

Après avoir passé son baccalauréat littéraire, elle a fait des études de musique. Virtuose du piano, elle a donné son premier récital le 10 novembre 1925.

En 1932 elle a fait ses débuts d'auteur dramatique au théâtre du Gymnase avec une pièce adaptée de l'américain : *Spred Eagle.*

CONCLUSION

Dans la biographie touchante qu'elle a consacrée à son mari, Mme Curie conclut :

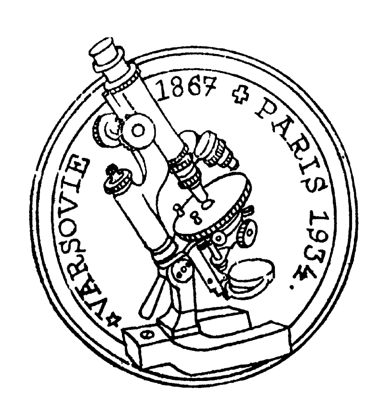
« Notre société, où règne un désir âpre de luxe et de richesse, ne comprend pas la valeur de la science. Elle ne réalise pas que celle-ci fait partie de son patrimoine moral le plus précieux; elle ne se rend pas non plus compte que la science est à la base de tous les progrès qui allègent la vie humaine et en diminuent la souffrance. »

Pierre et Marie Curie, dédaigneux des satisfactions que procure la fortune (volontairement, en connaissance de cause, ils avaient décidé de ne pas prendre de brevet pour la fabrication du radium, renonçant ainsi à une grande fortune pour donner leur découverte à l'humanité), ont cherché dans la vérité à trouver la source unique de leur bonheur.

Puisse leur vie nous servir d'exemple et d'idéal.

Imprimerie Française de l'Edition, 12, rue de l'Abbé-de-l'Epée, Paris-Ve.
Printed in France.

Le Gérant : Georges Fort. 1-2-36 Imprimerie Française de l'Edition.


VARSOVIE 1867 PARIS 1934.